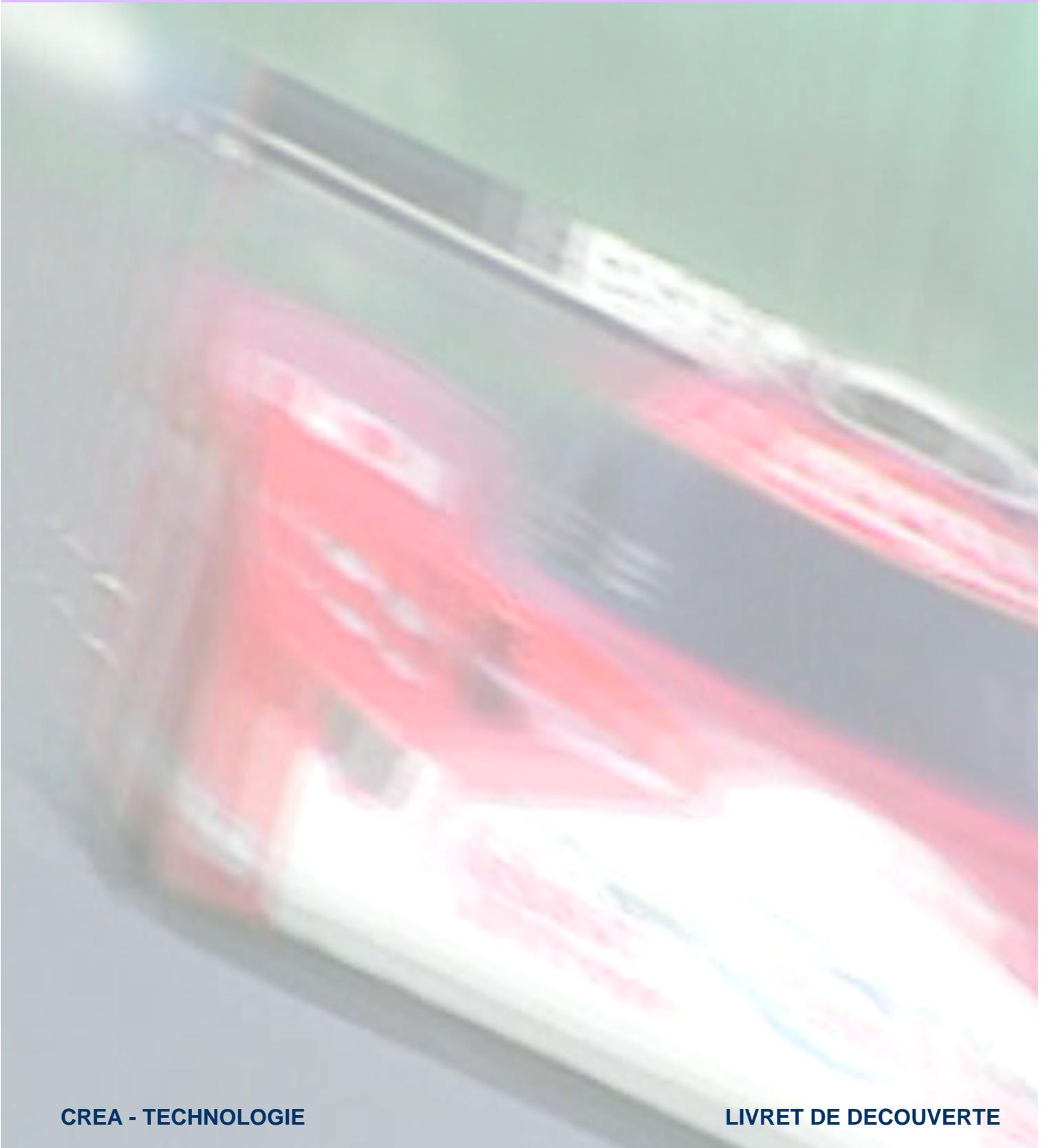


Voiture radio-commandée Electrique

TAMIYA TT-01

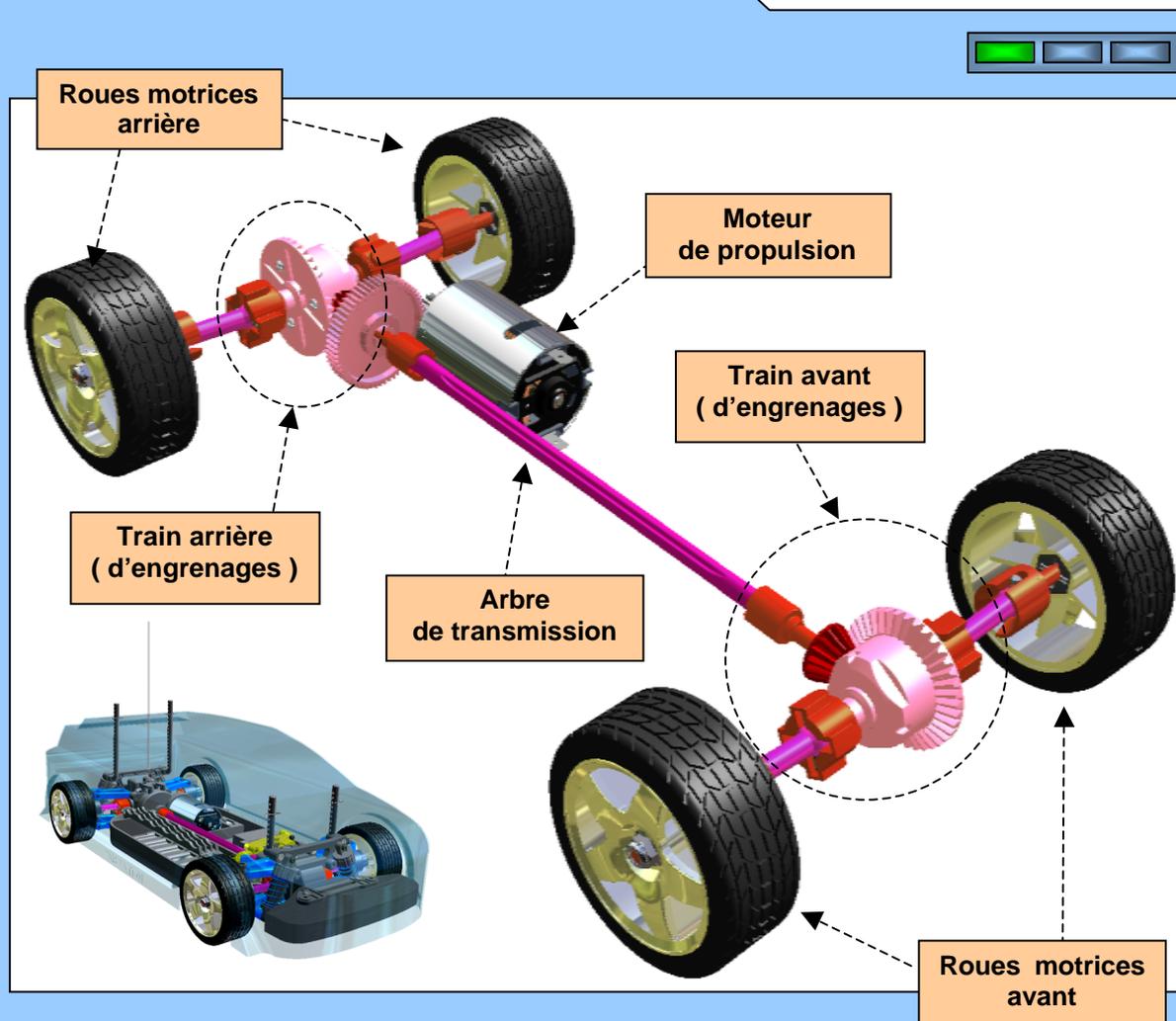
La Propulsion



LA PROPULSION

Principe global de fonctionnement

Transmission à quatre roues motrices



Contrairement au cas précédent de course hippique, ce sont bien les roues ici qui propulsent la voiture. Dans ce cas, les roues en question sont dites « Roues motrices » ; Leur rotation est obtenue au moyen d'un « Moteur de propulsion » et d'une « Transmission », ici par « Trains d'engrenages ». Un « Arbre de transmission » assure la liaison entre trains avant et arrière.

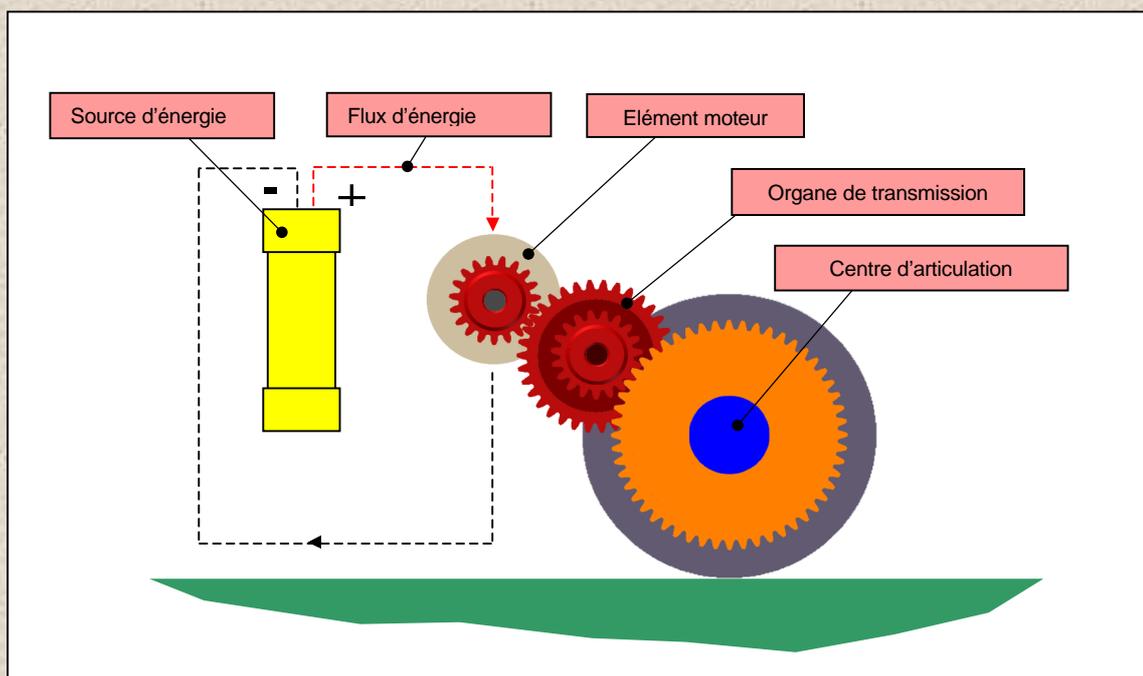
Nous verrons par la suite l'intérêt que présente ce type particulier de transmission pour une voiture.

LA PROPULSION

Principe global de fonctionnement

Et bien, du cheval à la voiture, il n'y a toujours qu'un pas... En effet on s'aperçoit, grâce au schéma ci-dessous, que le mode global de fonctionnement reste inchangé ; Seule la nature des paramètres bien entendu, a évolué vers des voies ici purement technologiques.

On retrouve dans le cadre de notre voiture radio-commandée électrique :



- La source d'énergie qui est une batterie électrique.
- Le flux d'énergie, qui se manifeste cette fois sous la forme d'un courant dit continu, se déplaçant d'après la convention, de la sortie de la borne « + » de la batterie vers l'entrée de la borne « - ». On peut d'ailleurs souligner les deux paramètres qui le caractérisent, la tension en volts et l'intensité en Ampères, directement liés aux réactions internes aux piles électriques, ainsi qu'aux résistances à la circulation du courant.
- L'élément moteur est un moteur électrique à courant continu, qui fonctionne donc grâce à la circulation continue du courant.
- Le centre d'articulation de la roue définissant son centre de pivotement par rapport au châssis, et permettant ainsi la mobilité de la voiture.
- Les organes de transmission entre moteur électrique et roues motrices que sont dans notre cas les engrenages. (ici pour simplifier le schéma, seule une roue dentée placée entre moteur et roue motrice a été représentée – cette roue qui est menée par le pignon moteur, mène à son tour une roue dentée entraînant directement la roue motrice)

LA PROPULSION

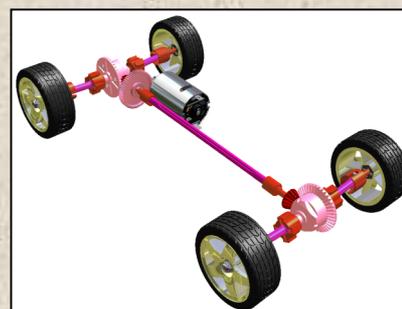
Principe global de fonctionnement

Quel rôle précis joue la transmission par engrenages ?

La transmission par engrenages joue en fait un double rôle :

➤ Elle permet « d'envoyer le mouvement » d'un seul moteur jusqu'aux roues motrices.

En effet plutôt que d'adapter un moteur à chaque roue, il est préférable d'en utiliser qu'un seul, quitte à compliquer un peu le mécanisme de transmission. L'ensemble sera alors nettement plus léger et moins coûteux. De plus, la synchronisation des vitesses des roues se fera ainsi « automatiquement ».



➤ Elle permet « de soulager » au mieux la motorisation

C'est justement là où tout se complique. Il s'agit en effet d'utiliser un moteur peu encombrant et capable malgré tout d'entraîner la voiture.

◆ Plus le rotor du moteur tournera vite, et moins l'on consommera d'énergie.

◆ Moins on réduit la vitesse entre moteur et roues motrices, plus on risque de faire peiner notre voiture face à la moindre résistance, et d'accroître alors la consommation d'énergie. On dit dans ce cas que la voiture manque de « nervosité ».

◆ Plus on réduit la vitesse entre moteur et roues motrices, moins la voiture sera rapide en vitesse de pointe.

Il s'agit donc de trouver le juste équilibre, le bon compromis entre nervosité et vitesse de pointe, un véritable casse tête !



Pour caractériser la réduction de vitesse entre rotor moteur et roues, on parle alors ici de « **rapport de transmission** » :

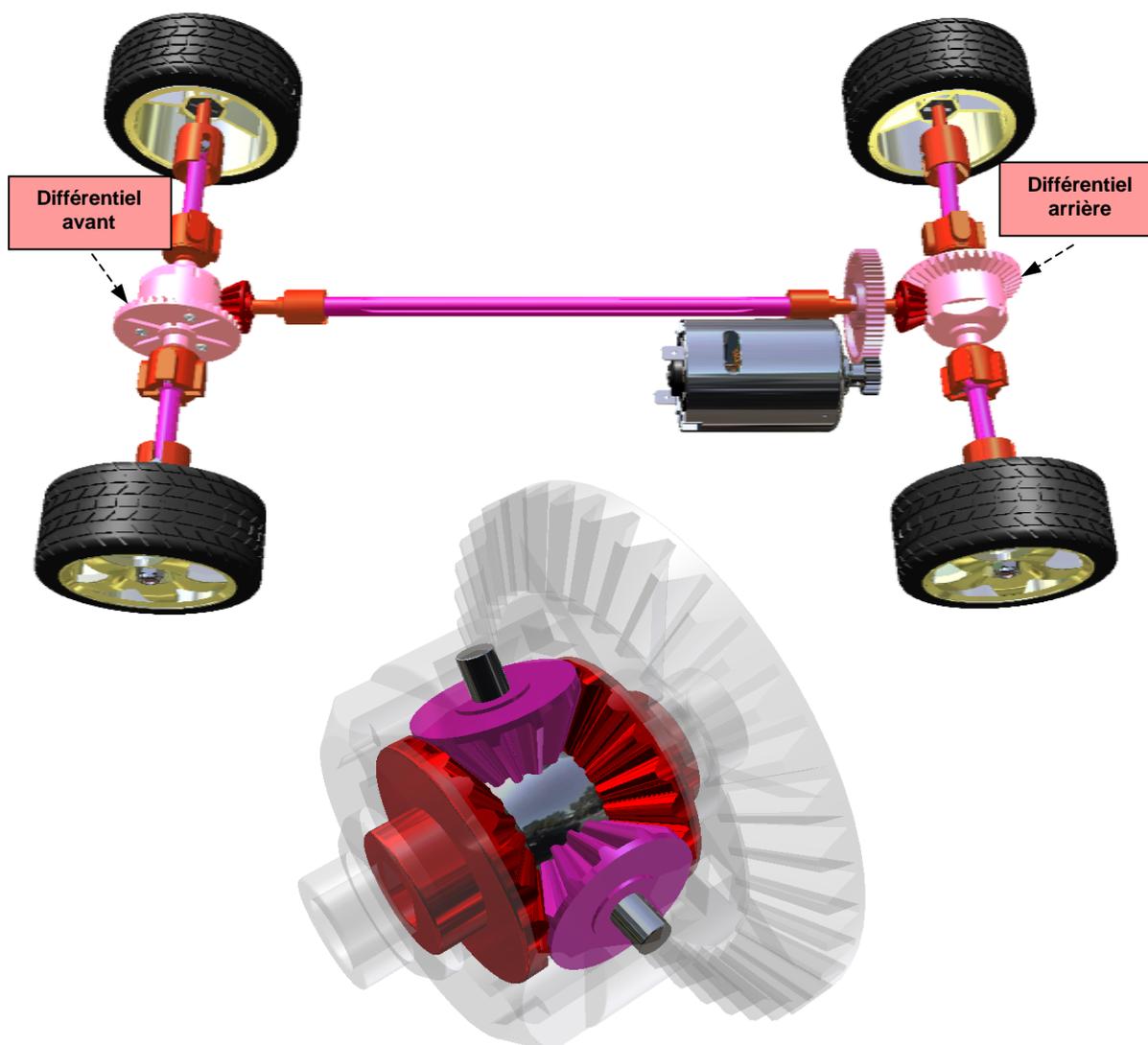
Par exemple le rapport de transmission du modèle standard tel qu'il vous est livré, est de **8,347**. Cela veut dire que dans ce cas, les roues tourneront **8,347** fois moins vite que l'arbre moteur. Ce chiffre très précis est bien entendu le résultat de savants calculs. Il reste néanmoins possible de modifier cette valeur en sélectionnant d'autres roues dentées.

LA PROPULSION

Détails de transmission par engrenages



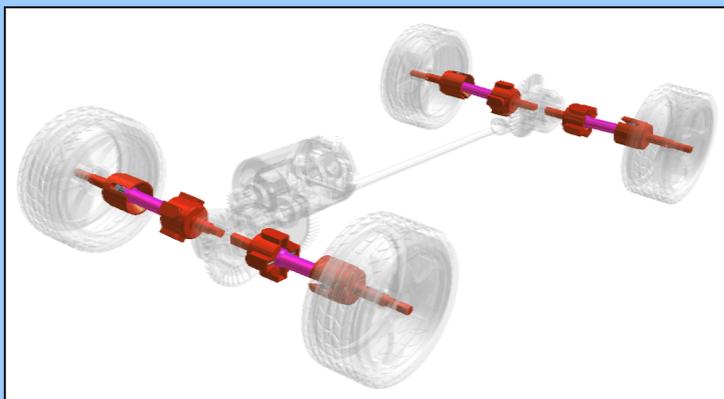
Voici ici la vue de détail de la transmission par engrenages, où l'on distingue bien par exemple, au niveau des trains avant et arrière, l'emplacement du différentiel.



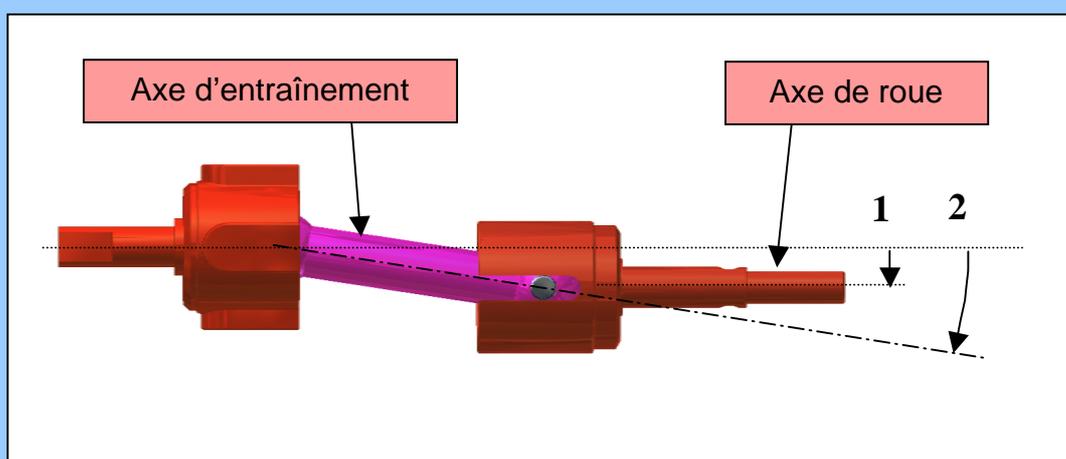
LA PROPULSION

Principe global de fonctionnement

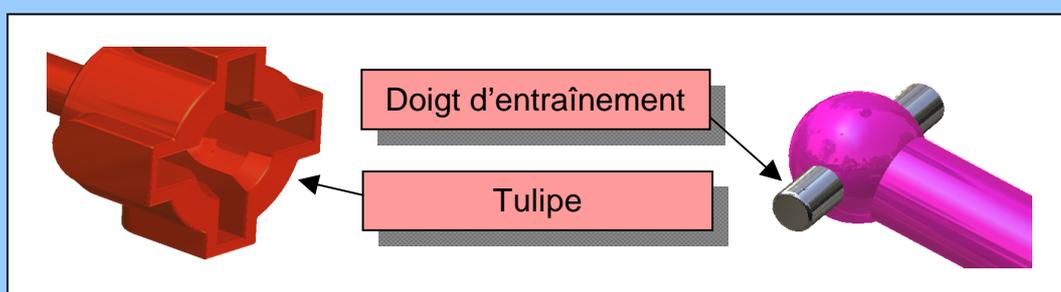
Le joint d'accouplement Fonctionnement



Suivant la valeur de la garde au sol de la voiture (châssis plus ou moins proche du sol), l'axe de roue ci-dessous sera plus ou moins excentré de la position horizontale (flèche « 1 »). Cela provoque une inclinaison plus ou moins accentuée de l'axe d'entraînement (flèche « 2 »), sans pour autant gêner la transmission de mouvement vers roue motrice.



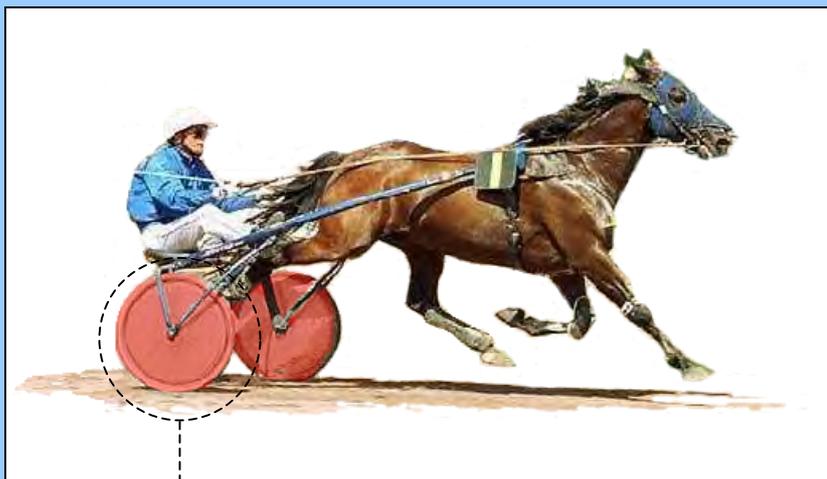
En effet, cette transmission particulière se fait au moyen de doigts d'entraînement, qui viennent en contact de part et d'autre de l'axe, avec les tulipes droite et gauche.



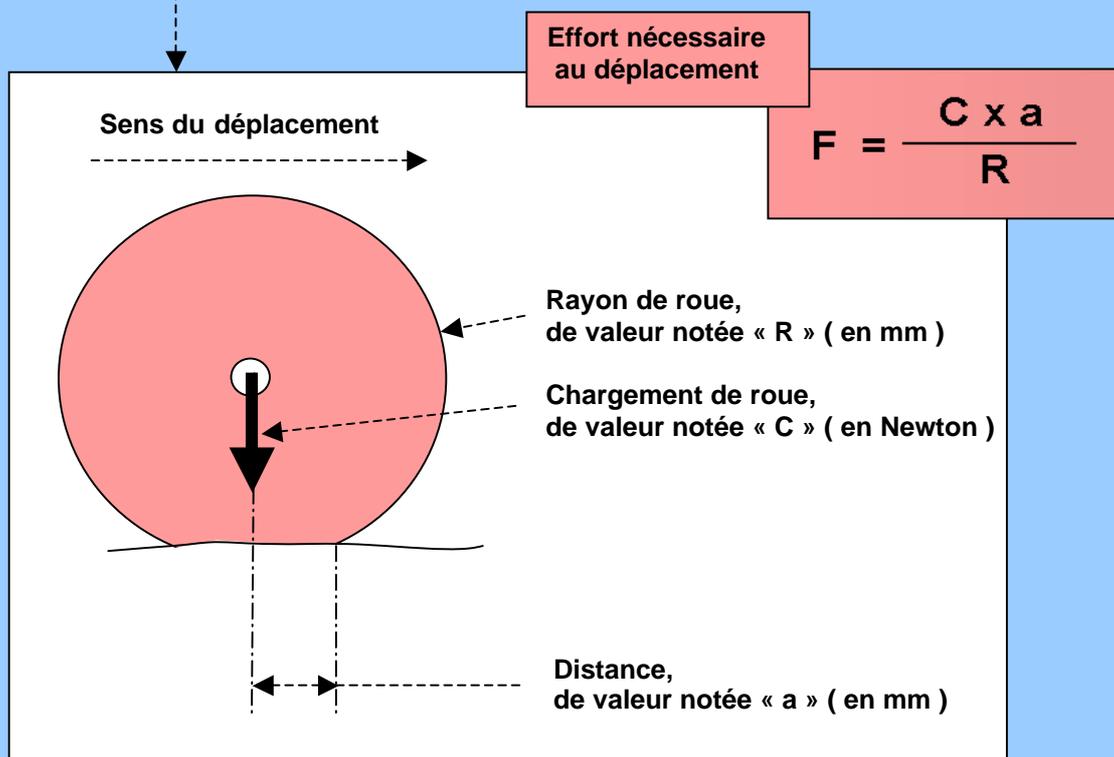
LA PROPULSION

 Analyse théorique préliminaire

Résistance au roulement



L'enfoncement des roues ici dans le sol, est plus ou moins important suivant l'état du terrain... mais cela suffit pour causer bien entendu une résistance au mouvement.



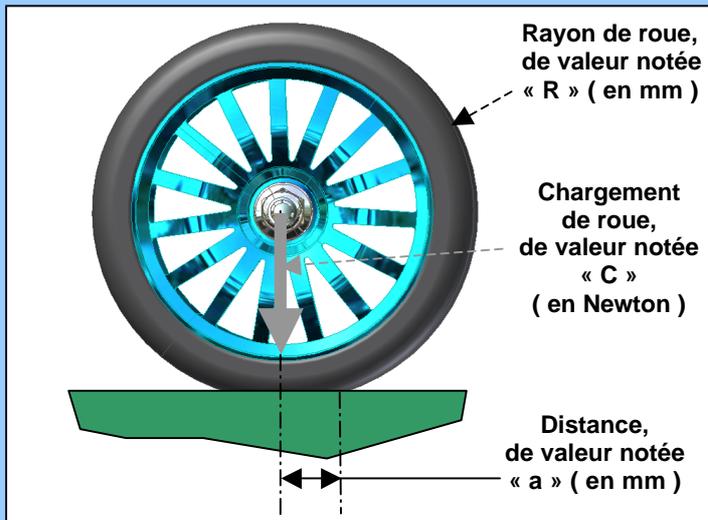
Remarquez au passage d'après la formule, que plus le rayon de la roue est grand, et plus l'effort à fournir sera faible.

LA PROPULSION



Analyse théorique préliminaire

Résistance au roulement



Dans le cas de la voiture évoluant sur route, la résistance au roulement est provoquée par l'écrasement du pneu sous l'effet du chargement. La démarche reste cependant inchangée...

Effort nécessaire au déplacement

$$F = \frac{C \times a}{R}$$

Puissance correspondante

$$P = F \times \text{Vitesse}$$

Considérons le cas suivant, correspondant au modèle d'origine de notre voiture :

- **C = 15 Newton** (masse de la voiture : 1,5 Kg) réparti donc sur les quatre roues.
- **R = 55 mm** (Rayon de roue)
- **a = 0,3 mm** environ pour un pneu de type « Slick Caoutchouc »
- **V = Vitesse en m/s**

LA PROPULSION



Analyse théorique préliminaire

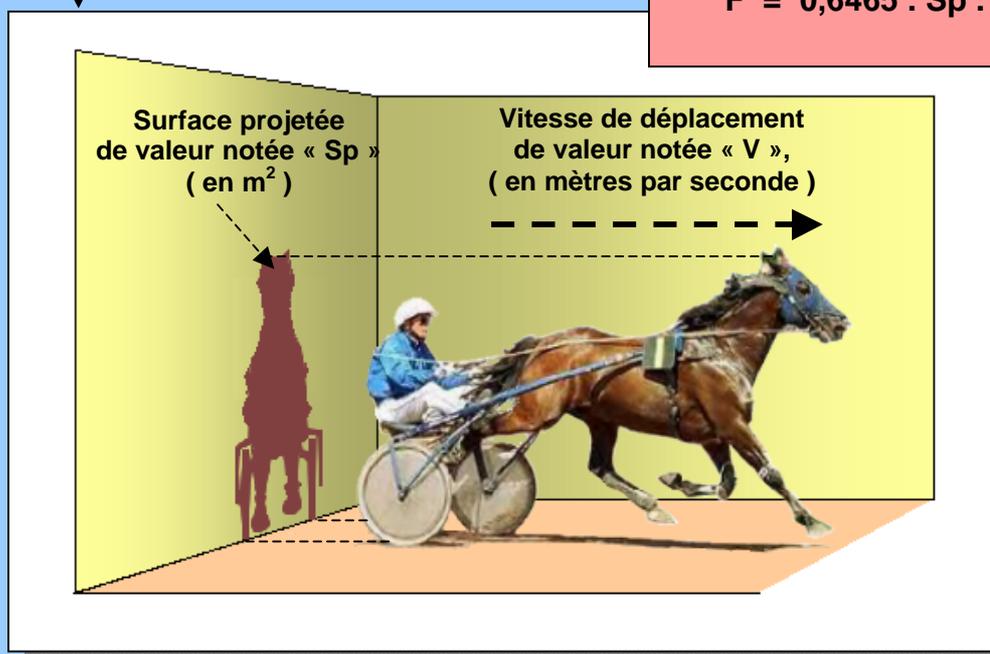
Résistance aérodynamique



Les accidents de parcours de l'air autour de l'ensemble en mouvement, provoquent sur celui-ci une résistance dite « aérodynamique »...

Effort nécessaire
au déplacement

$$F = 0,6465 \cdot Sp \cdot V^2 \cdot Cx$$



« **Sp** », également nommée « Maître couple », représente la surface projetée frontale de l'ensemble en déplacement. Notre voiture : $Sp = 0,019 \text{ m}^2$

« **Cx** » représente le coefficient de pénétration dans l'air de l'ensemble ; La valeur de ce coefficient dépend des conditions d'écoulement d'air autour de la silhouette, et donc du profil de celle-ci.

LA PROPULSION



Analyse théorique préliminaire

Résistance aérodynamique



Voici à titre indicatif, des exemples de valeurs de coefficients de pénétration dans l'air « Cx », déterminés par tests en soufflerie :

Notre voiture : Cx = 0,31

Dans le cas de la voiture donc, la valeur du « Cx » est étroitement liée :

- Au profil de carrosserie et de toutes pièces apparentes, telles les roues, ailerons, rétroviseurs... (le moins de turbulences possible)
- A la garde au sol, qui correspond à la distance entre le dessous du châssis et la route (La plus grande possible – au détriment de la tenue de route)

Effort nécessaire
au déplacement

$$F = 0,6465 \cdot Sp \cdot V^2 \cdot Cx$$

Puissance
correspondante

$$P = F \times V$$

LA PROPULSION

✎ Analyse théorique préliminaire

Comment se fait le choix d'une transmission ?

La sélection du moteur de propulsion et de roues dentées de transmission nécessite des connaissances techniques indispensables, si l'on veut maîtriser au mieux nos stratégies de réglages.

En effet, suivant vos choix, vous vous rendrez compte que votre voiture est plus ou moins « nerveuse », ou bien qu'elle évolue à « vitesse de pointe » plus ou moins importante.



SPEED	CURRENT	TORQUE		OUTPUT
r/min	A	mN·m	g·cm	W
16310	12.2	15.1	154	25.8

Soit 0,0151 Newton mètre

MODEL	VOLTAGE OPERATING RANGE	NO LOAD		AT MAXIMUM EFFICIENCY				STALL				
		SPEED r/min	CURRENT A	SPEED r/min	CURRENT A	TORQUE mN·m (g·cm)	OUTPUT W	TORQUE mN·m (g·cm)	CURRENT A			
RS-540RH (7510(M))	2.4 - 4.5	3/6	20/200	2/90	16310	12.2	15.1	154	25.8	76.5	800	51.0
RS-540SHSF (5045(C))	4.5 - 9.5	6	110/600	0.82	8650	4.08	14.4	147	14.5	85.3	800	20.4
RS-540SHSF (5045(C))	4.5 - 12.0	12	175/600	0.95	15000	5.93	31.8	324	50.1	230	2345	57.0

(*) CCW shifted commutation (CCW+)
(*) CCW shifted commutation (CCW+). RF-540SF is RS-540SH with built-in cooling fan.
The terminal position against the tapped holes varies depending on CCW+NEUTRAL.

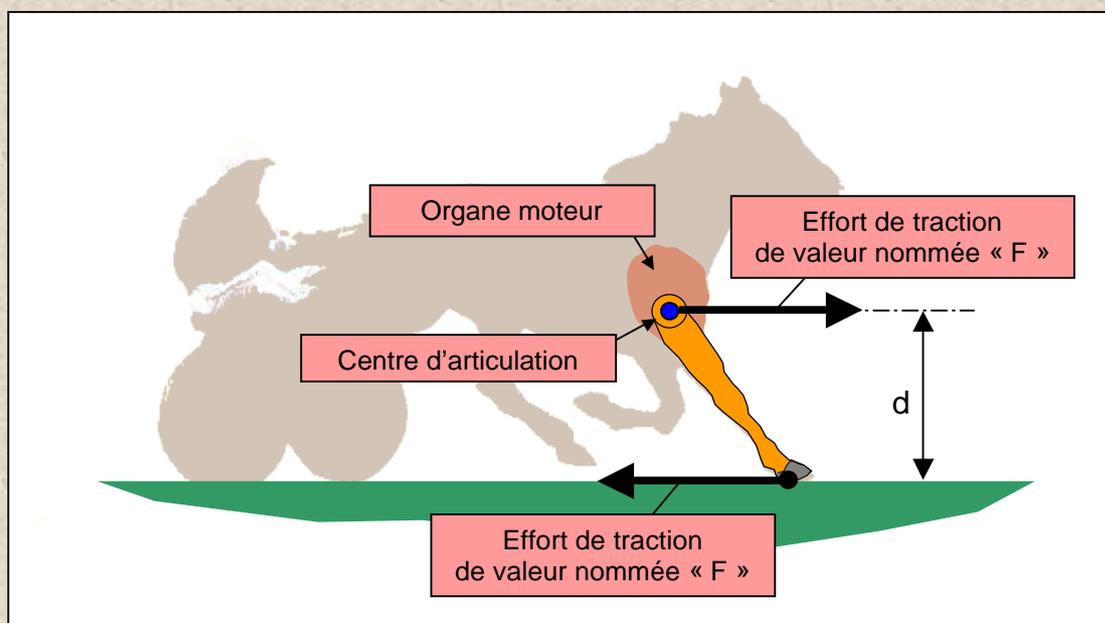
C'est à ce niveau d'ailleurs que l'on entend beaucoup parler chez les amateurs, de couple (Torque en Anglais). Certains disent alors qu'une voiture nerveuse a beaucoup de couple... Dans les revues techniques également, nous retrouvons pour le moteur par exemple, cette notion de couple moteur, dont l'unité est le « Newton mètre (N.m) »...ou plutôt « milli Newton mètre (mN.m) » dans le monde de la miniature. Mais que signifie exactement ce terme ?...

LA PROPULSION

Analyse théorique préliminaire

Notion de couple...

En fait il est important ici de se rendre compte que, dans le cas de figure ci-dessous, pour un même effort de traction à transmettre, plus la distance « d » est importante, et plus les muscles concernés seront sollicités. Il est donc important pour étudier la zone motrice de plus près, de tenir compte de cette observation (Voir expérience page suivante). Ce qui voudrait dire alors, que l'effort de traction à lui seul ne suffit pas pour analyser la motorisation et la transmission...



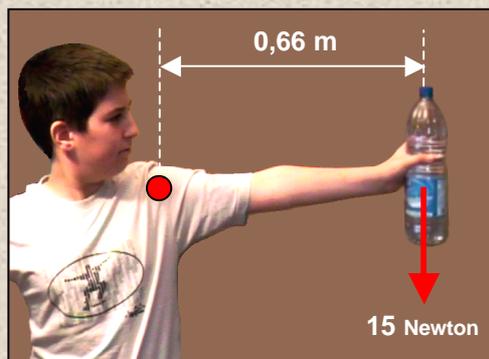
Apparaît donc ici une nouvelle notion qui nous permettra par la suite, de prendre en compte la force de traction nommée « F », mais aussi la distance « d », tout cela en pratiquant tout simplement le produit entre ces deux grandeurs, que nous appellerons alors « Le couple transmis » :

$$\text{Couple transmis pour traction} = F \times d$$

LA PROPULSION

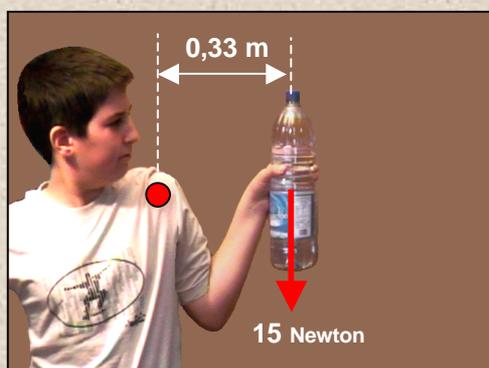
Analyse théorique préliminaire

Faites vous-même l'expérience :



Saisissez une bouteille d'eau et tenez la à bout de bras horizontal, comme le montre la figure ci-contre. Vous remarquerez alors que vous pouvez rester ainsi un certain temps, jusqu'à ce que vous ressentiez une fatigue musculaire...

A ce moment là, approchez alors la bouteille de votre épaule... vous vous sentirez alors un peu mieux... et plus la bouteille sera proche de vous, plus vous serez soulagé.

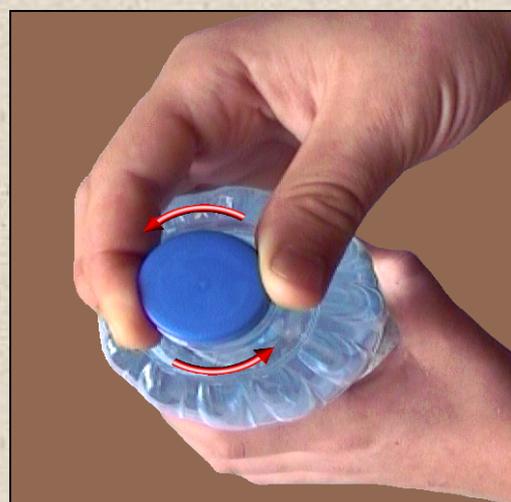


Ce qui veut dire que ce qui a contraint vos muscles dans cette expérience, c'est bien entendu le poids la bouteille, mais aussi la distance la séparant du point d'articulation de votre bras. Autrement dit ici aussi, c'est plus le couple à transmettre par l'épaule sur le bras qu'il faut considérer que la force proprement dite.

Dans le premier cas, le couple transmis par l'épaule sur le bras aura pour valeur $15 \times 0,66 = 1 \text{ Newton} \cdot \text{mètre}$, et dans le second cas, $15 \times 0,33 = 0,5 \text{ Newton} \cdot \text{mètre}$.

Ce que l'on peut aussi se dire pour mieux comprendre encore ce phénomène, c'est que transmettre un couple à un objet peut consister à lui fournir une action dans le but par exemple de le faire tourner, pivoter autour d'un point d'articulation.

Quand vous débouchez une bouteille d'eau par exemple, on peut dire que vos doigts fournissent des efforts d'appuis (pour ne pas glisser) et de traction (pour entraîner le bouchon), mais si cela vous paraît compliqué à expliquer, vous pouvez dire aussi que vos doigts transmettent tout simplement un couple au bouchon.



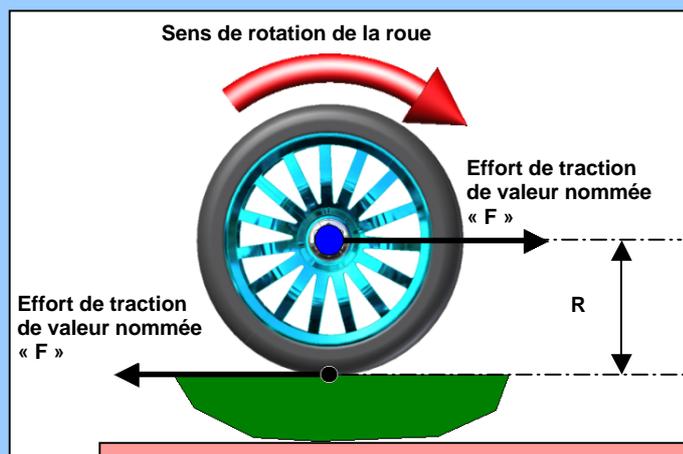
LA PROPULSION

Analyse théorique préliminaire

Le comportement du moteur de propulsion

Le couple maximal transmissible

Dans le cadre de notre voiture, le principe reste inchangé, la distance à considérer étant ici le rayon de la roue.



$$\text{Couple transmis pour traction} = F \times R$$